

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re the Application of

Inventors: Keiichi KITAGAWA

Application No.: New PCT Application

Filed: August 16, 2001

For: IMPULSE RESPONSE ESTIMATION DEVICE AND
CHANNEL ESTIMATION METHOD

CLAIM FOR PRIORITY

Assistant Commissioner of Patents
Washington, D.C. 20231

Dear Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application filed in the following foreign country is hereby requested for the above-identified application and the priority provided in 35 USC 119 is hereby claimed:

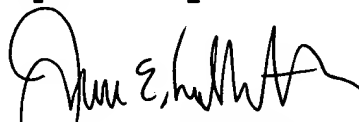
Japanese Appln. No. 11/363756, filed December 22, 1999.

The International Bureau received the priority document within the time limit, as evidenced by the attached copy of the PCT/IB/304.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

It is requested that the file of this application be marked to indicate that the requirements of 35 USC 119 have been fulfilled and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of this document.

Respectfully submitted,



James E. Ledbetter
Registration No. 28,732

Date: August 16, 2001

JEL/spp

Attorney Docket No. L9289.01173

STEVENS DAVIS, MILLER & MOSHER, L.L.P.
1615 L STREET, NW, Suite 850
P.O. Box 34387
WASHINGTON, DC 20043-4387
Telephone: (202) 785-0100
Facsimile: (202) 408-5200

THIS PAGE BLANK (USPTO)

009416/60 日本国特許庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

13.12.00

E k u

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application:

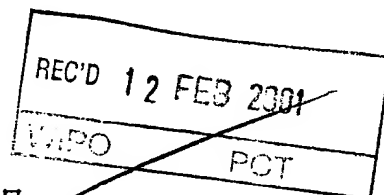
1999年12月22日

出願番号
Application Number:

平成11年特許願第363756号

出願人
Applicant(s):

松下電器産業株式会社

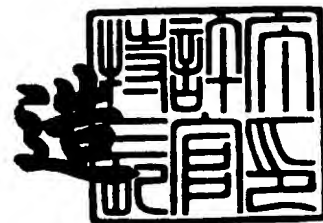


**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2001年 1月26日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2000-3114901

【書類名】 特許願

【整理番号】 2906415071

【提出日】 平成11年12月22日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04B 3/06

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1号 松下通信
工業株式会社内

【氏名】 北川 恵一

【特許出願人】

【識別番号】 000005821

【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100105050

【弁理士】

【氏名又は名称】 鷲田 公一

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 041243

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9700376

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 インパルス応答推定器および伝搬路推定方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 入力信号系列から後向き予測誤差系列および後向き反射係数を生成するラティスフィルタと、参照信号および前記後向き予測誤差系列を用いてタップ係数を算出する算出手段と、前記後向き反射係数を用いて変換行列を作成し、前記変換行列と前記タップ係数とを用いた行列演算によりトランスバーサル形フィルタに適用可能なタップ係数を生成する生成手段と、を具備することを特徴とするインパルス応答推定器。

【請求項 2】 請求項 1 に記載のインパルス応答推定器を具備する最尤系列推定形等化器を備えたことを特徴とする通信装置。

【請求項 3】 請求項 1 に記載のインパルス応答推定器を具備する判定帰還形等化器を備えたことを特徴とする通信装置。

【請求項 4】 請求項 1 に記載のインパルス応答推定器を具備する同期確立器を備えたことを特徴とする通信装置。

【請求項 5】 請求項 1 に記載のインパルス応答推定器による伝搬路推定結果を受信時の等化处理または送信時の逆等化处理に用いることを特徴とする通信装置。

【請求項 6】 請求項 1 に記載のインパルス応答推定器を備えたことを特徴とする通信端末装置

【請求項 7】 請求項 1 に記載のインパルス応答推定器を備えたことを特徴とする基地局装置。

【請求項 8】 請求項 2 から請求項 5 のいずれかに記載の通信装置を備えたことを特徴とする通信端末装置。

【請求項 9】 請求項 2 から請求項 5 のいずれかに記載の通信装置を備えたことを特徴とする基地局装置。

【請求項 10】 入力信号系列から後向き予測誤差系列および後向き反射係数を生成する工程と、参照信号および前記後向き予測誤差系列を用いてタップ係数を算出する工程と、前記後向き反射係数を用いて変換行列を作成し、前記変換

行列と前記タップ係数を乗算することによりトランスバーサル形フィルタに適用可能なタップ係数を生成する工程と、を具備することを特徴とする伝搬路推定方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、デジタル信号伝送において、伝搬路で発生する遅延による波形歪を補償する等化器に関し、特に、伝搬路のインパルス応答を求めるために等化器に設けられるインパルス応答推定器に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

デジタル信号伝送においては、伝搬路で発生する遅延波の影響により、復調信号に符号間干渉が発生して、伝送特性が著しく劣化することがある。復調信号における符号間干渉の影響を補償するために、適応等化器が用いられる。適応等化器の一例として、トランスバーサル形フィルタである最尤系列推定形等化器について図 7 を参照して説明する。

【0 0 0 3】

図 7 は、従来の最尤系列推定形等化器の構成を示すブロック図である。図 7 において、入力端子 1 1 から入力された受信信号は、減算器 1 2 に送られる。減算器 1 2 は、後述するレプリカ生成器 1 3 から送られるレプリカ（受信信号の推定値）と、入力端子 1 1 からの受信信号との間の誤差を算出して誤差信号を出力する。2 乗回路 1 5 は、減算器 1 2 により出力された誤差信号の電力を求める。

【0 0 0 4】

最尤系列推定器（MLSE）1 6 は、2 乗回路 1 5 により求められた電力に基づいて、最も尤度の高い送信系列を推定し、推定した送信系列を復調信号として出力端子 1 7 より出力する。また、この最尤系列推定器 1 6 は、推定した送信系列を伝搬路推定器 1 4 およびレプリカ生成器 1 3 に対して出力する。

【0 0 0 5】

伝搬路推定器 1 4 は、減算器 1 2 により出力された誤差信号と、最尤系列推定

器 1 6 により出力された送信系列とに基づいて、伝搬路のインパルス応答（タップ係数）を求める。レプリカ生成器 1 3 は、伝搬路推定器 1 4 により求められたインパルス応答に基づいてレプリカを算出し、算出したレプリカを上述した減算器 1 2 に出力する。

【 0 0 0 6 】

伝搬路推定を行う（伝搬路のインパルス応答を推定する）際には、一般に、送信側装置において、送信信号の先頭または中央に受信側装置にとって既知であるトレーニング信号を挿入し、受信側装置において伝搬路推定器により初期推定を行う。このため、伝送効率の点から、初期推定には、高速の収束特性が要求される。

【 0 0 0 7 】

収束特性が優れた伝搬路推定アルゴリズムとして、RLS アルゴリズムが知られている。上述した伝搬路推定器として、この RLS アルゴリズムを適用した伝搬路推定器を用いることにより、優れた収束特性を得ることができる。したがって、トランスバーサル形フィルタにおける伝搬路推器として、RLS アルゴリズムを適用した伝搬路推定器が用いられることが多い。

【 0 0 0 8 】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、従来のトランスバーサル形フィルタにおいては、以下に示す問題がある。上述した RLS アルゴリズムにおいては、優れた収束特性が得られるものの、演算量はタップ数の 2 乗に比例して増加するため、タップ数が大きくなった場合には、演算量が増大することになる。このため、従来のトランスバーサル形フィルタにおいて、伝搬路推定器として、RLS アルゴリズムを適用した伝搬路推定器を用いた場合には、伝搬路推定時における演算量が増大する。

【 0 0 0 9 】

本発明は、かかる点に鑑みてなされたものであり、演算量を増大させることなく伝搬路のインパルス応答を求めることが可能なインパルス応答推定器を提供することを目的とする。

【 0 0 1 0 】

【課題を解決するための手段】

本発明のインパルス応答推定器は、入力信号系列から後向き予測誤差系列および後向き反射係数を生成するラティスフィルタと、参照信号および前記後向き予測誤差系列を用いてタップ係数を算出する算出手段と、前記後向き反射係数を用いて変換行列を作成し、前記変換行列と前記タップ係数とを用いた行列演算によりトランスバーサル形フィルタに適用可能なタップ係数を生成する生成手段と、を具備する構成を採る。

【0 0 1 1】

この構成によれば、ラティスフィルタを用いて求めたタップ係数を、トランスバーサル形フィルタに適用可能なタップ係数に変換するので、R L S アルゴリズムを用いることなく、伝搬路のインパルス応答を求めることができる。これにより、演算量を増大させることなく、しかも高い収束特性を満たしつつ、伝搬路のインパルス応答を求めることができる。

【0 0 1 2】

本発明の通信装置は、上記インパルス応答推定器を具備する最尤系列形推定器を備えた構成を採る。

【0 0 1 3】

この構成によれば、演算量を増大させることなく伝搬路のインパルス応答を求めることが可能なインパルス応答推定器を用いることにより、高速な収束特性を満たしつつ、少ない演算量により、復号信号を取り出すことができる。

【0 0 1 4】

本発明の通信装置は、上記インパルス応答推定器を具備する判定帰還形等化器を備えた構成を採る。

【0 0 1 5】

この構成によれば、演算量を増大させることなく伝搬路のインパルス応答を求めることが可能なインパルス応答推定器を用いることにより、高速な収束特性を満たしつつ、少ない演算量により、復号信号を取り出すことができる。

【0 0 1 6】

本発明の通信装置は、上記インパルス応答推定器を具備する同期確立器を備えた構成を採る。

【0017】

この構成によれば、演算量を増大させることなく伝搬路のインパルス応答を求めることが可能なインパルス応答推定器を用いることにより、より高速な同期確立を行うことができる。

【0018】

本発明の通信装置は、上記インパルス応答推定器による伝搬路推定結果を受信時の等化处理または送信時の逆等化处理に用いる構成を採る。

【0019】

この構成によれば、演算量を増大させることなく伝搬路のインパルス応答を求めることが可能なインパルス応答推定器を、受信時の等化处理や送信時の逆等化处理に用いることにより、良好かつ高品質な無線通信を実現することができる。

【0020】

本発明の通信端末装置は、上記インパルス応答推定器を備えた構成を採る。

【0021】

この構成によれば、演算量を増大させることなく伝搬路のインパルス応答を求めることが可能なインパルス応答推定器を搭載することにより、高速な収束特性を満たしつつ、少ない演算量により、復号信号を取り出すことができるので、良好な無線通信を行う通信端末装置を提供することができる。

【0022】

本発明の基地局装置は、上記インパルス応答推定器を備えた構成を採る。

【0023】

この構成によれば、演算量を増大させることなく伝搬路のインパルス応答を求めることが可能なインパルス応答推定器を搭載することにより、高速な収束特性を満たしつつ、少ない演算量により、復号信号を取り出すことができるので、良好な無線通信を行う基地局装置を提供することができる。

【0024】

本発明の通信端末装置は、上記いずれかの通信装置を備えた構成を採る。

【 0 0 2 5 】

この構成によれば、上記いずれかの通信装置を搭載することにより、良好な無線通信を行う通信端末装置を提供することができる。

【 0 0 2 6 】

本発明の基地局装置は、上記いずれかの通信装置を備えた構成を採る。

【 0 0 2 7 】

この構成によれば、上記いずれかの通信装置を搭載することにより、良好な無線通信を行う基地局装置を提供することができる。

【 0 0 2 8 】

本発明の伝搬路推定方法は、入力信号系列から後向き予測誤差系列および後向き反射係数を生成する工程と、参照信号および前記後向き予測誤差系列を用いてタップ係数を算出する工程と、前記後向き反射係数を用いて変換行列を作成し、前記変換行列と前記タップ係数を乗算することによりトランスバーサル形フィルタに適用可能なタップ係数を生成する工程と、を具備する。

【 0 0 2 9 】

この方法によれば、ラティスフィルタを用いて求めたタップ係数を、トランスバーサル形フィルタに適用可能なタップ係数に変換するので、RLSアルゴリズムを用いることなく、伝搬路のインパルス応答を求めることができる。これにより、演算量を増大させることなく、しかも高い収束特性を満たしつつ、伝搬路のインパルス応答を求めることができる。

【 0 0 3 0 】

【発明の実施の形態】

本発明者は、演算量の増加を抑えつつ優れた収束特性を有するラティスフィルタを、トランスバーサル形フィルタにおける伝搬路推定器に適用することに着目した。ところが、ラティスフィルタを用いて推定されるタップ係数は、入力信号として後向き予測誤差をとるものであり、トランスバーサル形フィルタで必要とされるタップ係数（伝搬路のインパルス応答）とは異なるものである。すなわち、ラティスフィルタをそのままトランスバーサル形フィルタにおける伝搬路推定器に適用することはできない。

そこで、本発明者は、ラティスフィルタを用いて推定されるタップ係数を、トランスバーサル形フィルタで必要とされるタップ係数に変換するようにした。

【0031】

すなわち、本発明の骨子は、ラティスフィルタにより生成された後向き反射係数を用いて変換行列を作成し、ラティスフィルタにより生成された後向き予測誤差を用いて算出されるタップ係数と上記変換行列との行列演算により、トランスバーサル形フィルタに適用可能なタップ係数を生成するようにしたことである。

【0032】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。

【0033】

(実施の形態1)

図1は、本発明の実施の形態1にかかるインパルス応答推定器を備えた最尤系列推定形等化器の構成を示すブロック図である。図1において、入力端子101から入力された受信信号は、本実施の形態にかかるインパルス応答推定器102および減算器103に送られる。

【0034】

減算器103は、後述するレプリカ生成器107から送られるレプリカ（受信信号の推定値）と、入力端子101からの受信信号との間の誤差を算出して誤差信号を出力する。2乗回路104は、減算器103により出力された誤差信号の電力を求める。

【0035】

最尤系列推定器（MLSE）105は、2乗回路104により求められた電力に基づいて、最も尤度の高い送信系列を推定し、推定した送信系列を復調信号として出力端子106より出力する。また、この最尤系列推定器105は、推定した送信系列をインパルス応答推定器102およびレプリカ生成器107に対して出力する。

【0036】

インパルス応答推定器102は、参照信号として入力端子101からの受信信号を入力し、入力信号として最尤系列推定器105からの送信系列を入力し、入

力した各信号に基づいて、伝搬路のインパルス応答を求める。なお、このインパルス応答推定器 102 の詳細については後述する。

【0037】

レプリカ生成器 107 は、インパルス応答推定器 102 により求められた伝搬路のインパルス応答に基づいてレプリカを算出し、算出したレプリカを上述した減算器 103 に出力する。これにより、レプリカ生成器 107 は、高精度のレプリカを算出することができるので、最尤系列推定器 105 は、受信信号における符号間干渉の影響を補償した復調信号を出力することができる。

【0038】

次に、本実施の形態にかかるインパルス応答推定器 102 の構成について、図 2 を参照して説明する。図 2 は、本発明の実施の形態 1 にかかるインパルス応答推定器 102 の構成を示すブロック図である。

【0039】

図 2 において、ラティスフィルタ 201 には、入力信号系列すなわち図 1 における最尤系列推定器 105 からの送信系列が入力されている。このラティスフィルタ 201 は、入力信号系列を用いて、後向き予測誤差信号系列および後向き反射係数を生成する。また、ラティスフィルタ 201 は、生成した後向き予測誤差信号系列をタップ係数計算部 202 に出力し、生成した後向き反射係数をタップ係数変換部 203 に出力する。なお、ラティスフィルタ 201 の詳細については後述する。

【0040】

タップ係数計算部 202 には、参照信号すなわち図 1 における入力端子 101 からの受信信号が入力されている。このタップ係数計算部 202 は、ラティスフィルタ 201 からの後向き予測誤差信号系列と、入力端子 101 からの参照信号系列とを用いて、後向き予測誤差を入力とするタップ係数 w を計算し、計算した上記タップ係数をタップ係数変換部 203 に出力する。なお、タップ係数計算部 202 の詳細については後述する。

【0041】

タップ係数変換部 203 は、まず、ラティスフィルタ 201 により算出された

後向き反射係数を用いて、次に示すようなタップ変換行列を作成する。

【数 1】

$$L = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & \cdots & 0 \\ a_1(1) & 1 & 0 & 0 & & 0 \\ a_2(2) & a_2(1) & 1 & 0 & & 0 \\ a_3(3) & a_3(2) & a_3(1) & 1 & & 0 \\ \vdots & & & & \ddots & \vdots \\ a_M(M) & a_M(M-1) & a_M(M-2) & a_M(M-3) & \cdots & 1 \end{bmatrix} \quad -①$$

ただし、 $a_M(m) = a_{M-1}(m) + \gamma_m a_M^*(M-m)$ であり、

γ_m は、ラティスフィルタの第 m 段目の反射係数であり、

$*$ は、複素共役を表す。

【0 0 4 2】

さらに、タップ係数変換部 2 0 3 は、作成したタップ変換行列と、タップ係数計算部 2 0 2 により計算されたタップ係数とを用いた行列演算により、伝搬路のインパルス応答を生成し、生成したインパルス応答を出力端子 2 0 4 より出力する。具体的には、タップ係数変換部 2 0 3 は、次に示す式に従って伝搬路のインパルス応答を生成する。

【数 2】

$$h = L^H w \quad -②$$

ただし、 h は伝搬路のインパルス応答であり、 L^H はタップ変換行列 L の共役転置行列であり、 w はタップ係数である。

【0 0 4 3】

次に、ラティスフィルタ 2 0 1 およびタップ係数計算部 2 0 2 について、図 3 を参照して説明する。図 3 は、本発明の実施の形態 1 にかかるインパルス応答推定器におけるラティスフィルタおよびタップ係数計算部の構成を示すブロック図である。なお、本実施の形態においては、一例としてタップ数を $M+1$ とした場合について説明するが、本発明は、これに限定されず、タップ数を様々な条件に応じて変更させた場合についても適用可能なものである。

【0 0 4 4】

まず、ラティスフィルタ 2 0 1 について説明する。図 3 を参照するに、ラティ

スフィルタ 2 0 1 は、フィルタ 3 0 1 が M 段従属接続された構成を有するものである。各フィルタ 3 0 1 は、遅延器 3 0 1 と乗算器 3 0 2, 3 0 4 と加算器 3 0 3, 3 0 5 とを具備する。

【0 0 4 5】

まず、入力信号すなわち最尤系列推定部 1 0 5 からの送信系列は、1 段目のフィルタにおいて、遅延器 3 0 1 により 1 シンボル時間だけ遅延される。1 シンボル時間前の入力信号は、乗算器 3 0 2 により 1 段目の前向き反射係数がかけられた後、加算器 3 0 3 に送られる。乗算器 3 0 2 により前向き反射係数がかけられた信号は、加算部 3 0 3 により入力信号と加算される。加算器 3 0 3 により加算された信号は、「前向き予測誤差」として 1 段目のフィルタの上段の出力信号となり、2 段目のフィルタの上段の入力信号となる。

【0 0 4 6】

一方、入力信号は、乗算器 3 0 4 により 1 段目の後向き反射係数がかけられた後、加算器 3 0 5 に送られる。乗算器 3 0 4 により後向き反射係数がかけられた信号は、加算器 3 0 5 において、遅延器 3 0 1 からの 1 シンボル時間前の入力信号と加算される。加算器 3 0 5 により加算された信号は、「後向き予測誤差」として 1 段目のフィルタの下段の出力信号となり、2 段目のフィルタの下段の入力信号となる。

【0 0 4 7】

前向き反射係数および後向き反射係数は、それぞれ、前向き予測誤差および後向き予測誤差の 2 乗平均値が最小となるように制御される。上述したフィルタにおける一連の動作が M 段まで繰り返されることにより、1 段目～M 段目のフィルタによる M 個の後向き予測誤差と入力信号とを加えた、合計 M + 1 個の後向き予測誤差が得られる。得られた後向き予測誤差は、タップ係数計算部 2 0 2 に送られる。なお、0 段目のフィルタによる後向き予測誤差は入力信号に相当する。

【0 0 4 8】

次に、タップ係数計算部 2 0 2 について説明する。ラティスフィルタ 2 0 1 の 0 段目～M 段目の後向き予測誤差は、それぞれ、タップ係数計算部 2 0 2 における乗算器 3 0 6 a_0 ～乗算器 3 0 6 a_M に送られる。0 段目～M 段目の後向き予測

誤差は、それぞれ、乗算器 $306a_0 \sim$ 乗算器 $306a_M$ によりタップ係数がかけられた後、減算器 $307a_0 \sim$ 減算器 $307a_M$ により参照信号と差し引かれることにより、誤差信号が生成される。ただし、減算器 $307a_1 \sim$ 減算器 $307a_M$ における参照信号は、前段の減算器により生成される誤差信号に相当する。

【0049】

乗算器 $306a_0 \sim$ 乗算器 $306a_M$ におけるタップ係数は、後向き予測誤差と、各乗算器の出力先である減算器により生成される誤差信号との間に直交性が維持されるように調整される。例えば、乗算器 $306a_1$ におけるタップ係数は、ラティスフィルタ 201 における 1 段目の後向き予測誤差と、この乗算器の出力先である減算器 $307a_1$ により生成される誤差信号との間に直交性が維持されるように、調整される。

【0050】

上述した乗算器と減算器による一連の処理が $M+1$ 段繰り返される。この処理がシンボル時間（初期推定時にはトレーニングシンボル長）だけ繰り返されることにより、 $M+1$ 個のタップ係数が得られる。以上が、ラティスフィルタ 201 およびタップ係数計算部 202 の詳細である。

【0051】

上記構成のインパルス応答推定器によれば、ラティスフィルタ 201 は、入力信号系列を互いに直交する後向き予測誤差に変換し、タップ係数計算部 202 は、ラティスフィルタ 201 からの後向き予測誤差を入力とするタップ係数を推定する。これにより、少ない更新回数によりタップ係数の推定を終わらせることができる。ラティスフィルタ 201 およびタップ係数計算部 202 における演算には、行列演算が含まれていないので、ラティスフィルタ 201 およびタップ係数計算部 202 を用いることにより、RLS アルゴリズムを用いた場合に比べて、格段に少ない演算量によりタップ係数を推定することができる。

【0052】

さらに、タップ係数変換部 203 は、ラティスフィルタ 201 により得られた後向き反射係数を用いてタップ変換行列を作成し、作成したタップ変換行列とラティスフィルタ 201 により推定されたタップ係数との乗算を行うことにより、

トランスバーサル形フィルタに適用可能なタップ係数、すなわち、伝搬路のインパルス応答を得ることができる。タップ係数変換部 2 0 3 における処理は、行列演算を含んでいるものの、R L S アルゴリズムを用いた場合のような更新毎の行列演算を必要としない。すなわち、タップ係数変換部 2 0 3 は、トランスバーサル形フィルタに適用可能なタップ係数を必要とするときにのみ、行列演算を行うものであるので、少ない演算量により伝搬路のインパルス応答を推定することができる。

【 0 0 5 3 】

さらに具体的には、T D M A (T i m e D i v i s i o n M u l t i p l e A c c e s s) 方式の移動体通信においては、データ系列の先頭または中央にトレーニング系列と呼ばれる送受信側にとって既知の信号が挿入された信号を用いて、無線通信が行われる。このとき、本実施の形態にかかるインパルス応答推定器を用いれば、ラティスフィルタ 2 0 1 は、上記トレーニング系列を入力信号系列として後向き予測誤差を求め、タップ係数計算部 2 0 2 は、後向き予測誤差を入力とするタップ係数を収束させる。トレーニング系列終了後に、タップ係数変換部 2 0 3 は、後向き予測誤差を入力とするタップ係数を、トランスバーサル形フィルタに適用可能なタップ係数に変換する。

【 0 0 5 4 】

このような場合には、本実施の形態にかかるインパルス応答推定器は、行列演算を含むタップ係数の変換処理を 1 度しか行わないので、少ない演算量によりトランスバーサル形フィルタに適用可能なタップ係数を得ることができる。また、ラティスフィルタは、演算量が少ないことからしばしば用いられる L M S アルゴリズムよりも高い収束性を有する。よって、本実施の形態にかかるインパルス応答推定器は、トレーニング系列長を短縮することができるので、伝送効率を向上させることもできる。

【 0 0 5 5 】

このように、本実施の形態によれば、ラティスフィルタを用いて求めたタップ係数を、トランスバーサル形フィルタに適用可能なタップ係数に変換するので、R L S アルゴリズムを用いることなく、伝搬路のインパルス応答を求めることが

できる。これにより、演算量を増大させることなく、しかも高い収束特性を満たしつつ、伝搬路のインパルス応答を求めることができる。この結果、本実施の形態にかかるインパルス応答推定器を備えたトランスバーサル形フィルタにおいては、このインパルス応答推定器により求められた伝搬路のインパルス応答を用いて生成したレプリカは、高精度なものとなるので、復調信号は、符号間干渉の影響による特性の劣化が良好に補償された信号となる。

【0056】

(実施の形態2)

本実施の形態では、実施の形態1で説明したインパルス応答推定器を、最尤系列推定形等化器に代えて、判定帰還形等化器に搭載した場合について説明する。以下、本実施の形態にかかるインパルス応答推定器を備えた判定帰還形等化器について、図4を参照して説明する。

【0057】

図4は、本発明の実施の形態2にかかるインパルス応答推定器を備えた判定帰還形等化器の構成を示すブロック図である。なお、図4におけるインパルス応答推定器102は、実施の形態1で説明したインパルス応答推定器と同一のものである。

【0058】

図4において、入力端子401から入力された受信信号は、遅延器402、乗算器405およびインパルス応答推定器102に送られる。遅延器402、403、404および乗算器405、406、407、408は、入力端子401からの受信信号の畳み込み演算を行うものである。

【0059】

すなわち、遅延器402は、受信信号を1シンボル時間だけ遅延させ、遅延させた受信信号を遅延器403および乗算器406に送る。遅延器403は、遅延器402により遅延された受信信号を1シンボル時間だけ遅延させ、遅延させた受信信号を遅延器404および乗算器407に送る。遅延器404は、遅延器403により遅延された受信信号を1シンボル時間だけ遅延させ、遅延させた受信信号を乗算器408に送る。

【0060】

また、乗算器405は、入力端子401からの受信信号に対して、インパルス応答推定器102より与えられたタップ係数を乗算し、上記受信信号と上記タップ係数とを乗算した信号を加算部409に送る。乗算器406は、遅延器402により遅延された受信信号に対して、インパルス応答推定器102より与えられたタップ係数を乗算し、上記受信信号と上記タップ係数とを乗算した信号を加算部409に送る。同様に、乗算器407および乗算器408は、それぞれ、遅延器403および遅延器404により遅延された受信信号に対して、インパルス応答推定器102により与えられたタップ係数を乗算し、上記受信信号と上記タップ係数とを乗算した信号を加算部409に送る。

【0061】

加算部409は、乗算器405～408からの乗算された信号と、後述する乗算器413からの信号とを加算し、加算後の信号を復調信号として識別器410に送る。識別器410は、加算部409からの復調信号の符号を識別し、識別後の復調信号を復号信号として出力端子411より出力するとともに、上記復号信号をインパルス応答推定器102および遅延器412に送る。

【0062】

インパルス応答推定器102は、識別器410からの復号信号を参照信号として入力し、入力端子401からの受信信号を入力信号として入力する。このインパルス応答推定器102は、上記参照信号および上記入力信号を用いて、伝搬路のインパルス応答すなわちタップ係数を求め、求めたタップ係数を乗算器405～408および乗算器413に送る。

【0063】

遅延器412は、識別器410からの復号信号を1シンボル時間だけ遅延させ、遅延させた復号信号を乗算器413に送る。乗算器413は、遅延器412からの遅延させた復号信号に対して、インパルス応答推定器102より与えられたタップ係数を乗算し、上記復号信号と上記タップ係数とを乗算した信号を加算部409に送る。

【0064】

このように、本実施の形態によれば、演算量を増大させることなく伝搬路のインパルス応答を求めることが可能なインパルス応答推定器を用いることにより、高速な収束特性を満たしつつ、少ない演算量により、復号信号を取り出すことができる。

【0065】

（実施の形態3）

本実施の形態では、実施の形態1で説明したインパルス応答推定器を用いて、同期の確立を行う場合について、図5を参照して説明する。図5は、本発明の実施の形態3にかかるインパルス応答推定器を備えた同期確立器の構成を示すブロック図である。

【0066】

図5において、入力端子501から入力された受信信号は、タイミング調整器502およびインパルス応答推定器102に送られる。記憶部504は、あらかじめ既知の同期用参照信号を記憶しており、この同期用参照信号をインパルス応答推定器102に送る。

【0067】

インパルス応答推定器102は、入力端子501からの受信信号を参照信号とし、記憶部504からの同期用参照信号を入力信号として用いて、伝搬路のインパルス応答を推定する。このインパルス応答推定器102は、インパルス応答の推定結果をタイミング調整器502に送る。タイミング調整器502は、インパルス応答推定器102からの推定結果に基づいて、入力端子501からの受信信号に対してタイミング調整を行い、タイミング調整された受信信号を出力する。

【0068】

このように、本実施の形態によれば、演算量を増大させることなく伝搬路のインパルス応答を求めることが可能なインパルス応答推定器を用いることにより、より高速な同期確立を行うことができる。

【0069】

（実施の形態4）

本実施の形態では、実施の形態1で説明したインパルス応答推定器を用いて、

無線通信を行う場合について、図6を参照して説明する。図6は、本発明の実施の形態4にかかるインパルス応答推定器を備えた基地局装置が移動局装置とTDD (Time Division Duplex) 方式の無線通信を行う際の様子を示す模式図である。なお、図6において、伝搬路推定部102は、実施の形態1で説明したインパルス応答推定器と同一なものである。

【0070】

TDD方式では、送信および受信に用いる周波数帯域が同一であるので、送信タイミングと受信タイミングでの無線伝搬環境はほとんど変わらないものとみなすことができる。ここで、無線伝搬環境を $H(z)$ とする。

【0071】

図6を参照するに、移動局装置601が送信した信号 $X(z)$ は、基地局装置602における無線部603により、 $X(z)H(z)$ と受信される。基地局装置602においては、受信信号は、等化部604を介して、伝搬路推定部102に送られる。

【0072】

伝搬路推定部102は、等化部604からの受信信号を用いて伝搬路 $H(z)$ の推定を行い、推定結果を等化部604に送る。等化部604は、伝搬路推定部102からの推定結果を用いて、受信信号の復号を行う。

【0073】

一方、逆等化部605は、伝搬路推定部102により推定された伝搬路 $H(z)$ の逆特性 $H(z)^{-1}$ を送信信号 $Y(z)$ に乘じ、逆特性を乗じた送信信号を無線部603に送る。無線部603は、逆特性が乗じられた送信信号を送信する。

【0074】

無線部603により送信された信号は、移動局装置601により次に示す式のように受信される。

$$Y(z) \cdot H(z) \cdot H(z)^{-1} = Y(z) \quad -③$$

上式③から明らかなように、移動局装置601は、等化器等により伝搬路による波形歪を補償することなく、所望の信号 $Y(z)$ を得ることができる。これにより、移動局装置601の負担を低減することが可能となる。

【0075】

TDD方式では、送信タイミングと受信タイミングと時間差が小さいので、送信タイミングと受信タイミングにおける無線伝搬環境の変化は小さいが、伝搬路推定は短時間で終わらせる必要があるものである。本実施の形態にかかるインパルス応答推定器を用いれば、必要な演算量を少なくできるので、短時間で伝搬路推定を終わらせることが可能となる。また、収束性が高いので精度の高い伝搬路推定を行うこともできる。

【0076】

このように、本実施の形態によれば、演算量を増大させることなく伝搬路のインパルス応答を求めることが可能なインパルス応答推定器を用いることにより、良好かつ高品質な無線通信を実現する基地局装置や通信端末装置（移動局装置）を提供することができる。

【0077】

なお、移動局装置における負担をできるだけ軽減することが好ましいので、本実施の形態においては、基地局装置にインパルス応答推定器を搭載した場合について説明したが、本発明は、これに限定されず、移動局装置に搭載した場合についても適用可能なものである。

【0078】

また、上記実施の形態において説明したインパルス応答推定器およびこのインパルス応答推定器を備えた各種等化器ならびに同期確立器は、ディジタル移動体通信システムにおける基地局装置や通信端末装置に搭載可能なものである。

【0079】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、ラティスフィルタにより生成された後向き反射係数を用いて変換行列を作成し、ラティスフィルタにより生成された後向き予測誤差を用いて算出されるタップ係数と上記変換行列との行列演算により、トランスバーサル形フィルタに適用可能なタップ係数を生成するようにしたので、演算量を増大させることなく伝搬路のインパルス応答を求めることが可能なインパルス応答推定器を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の実施の形態 1 にかかるインパルス応答推定器を備えた最尤系列推定形等化器の構成を示すブロック図

【図 2】

本発明の実施の形態 1 にかかるインパルス応答推定器の構成を示すブロック図

【図 3】

本発明の実施の形態 1 にかかるインパルス応答推定器におけるラティスフィルタおよびタップ係数計算部の構成を示すブロック図

【図 4】

本発明の実施の形態 2 にかかるインパルス応答推定器を備えた判定帰還形等化器の構成を示すブロック図

【図 5】

本発明の実施の形態 3 にかかるインパルス応答推定器を備えた同期確立器の構成を示すブロック図

【図 6】

本発明の実施の形態 4 にかかるインパルス応答推定器を備えた基地局装置が移動局装置と TDD 方式の無線通信を行う際の様子を示す模式図

【図 7】

従来の最尤系列推定形等化器の構成を示すブロック図

【符号の説明】

- 1 0 2 インパルス応答推定器
- 1 0 3 減算器
- 1 0 4 2 乗回路
- 1 0 5 最尤系列推定器
- 1 0 7 レプリカ生成器
- 2 0 1 ラティスフィルタ
- 2 0 2 タップ係数計算部
- 2 0 3 タップ係数変換部

4 0 2 ~ 4 0 4 , 4 1 2 遅延器

4 0 5 ~ 4 0 8 , 4 1 3 乗算器

4 0 9 加算器

4 1 0 識別器

5 0 2 タイミング調整器

5 0 4 記憶部

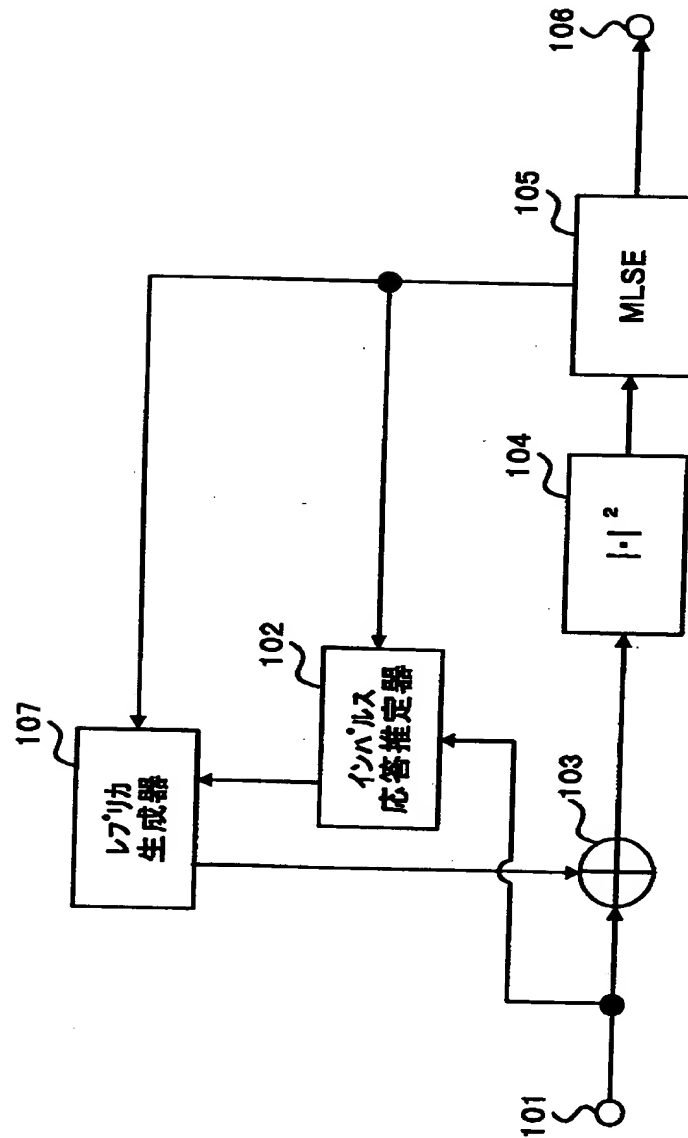
6 0 4 等化部

6 0 5 逆等化部

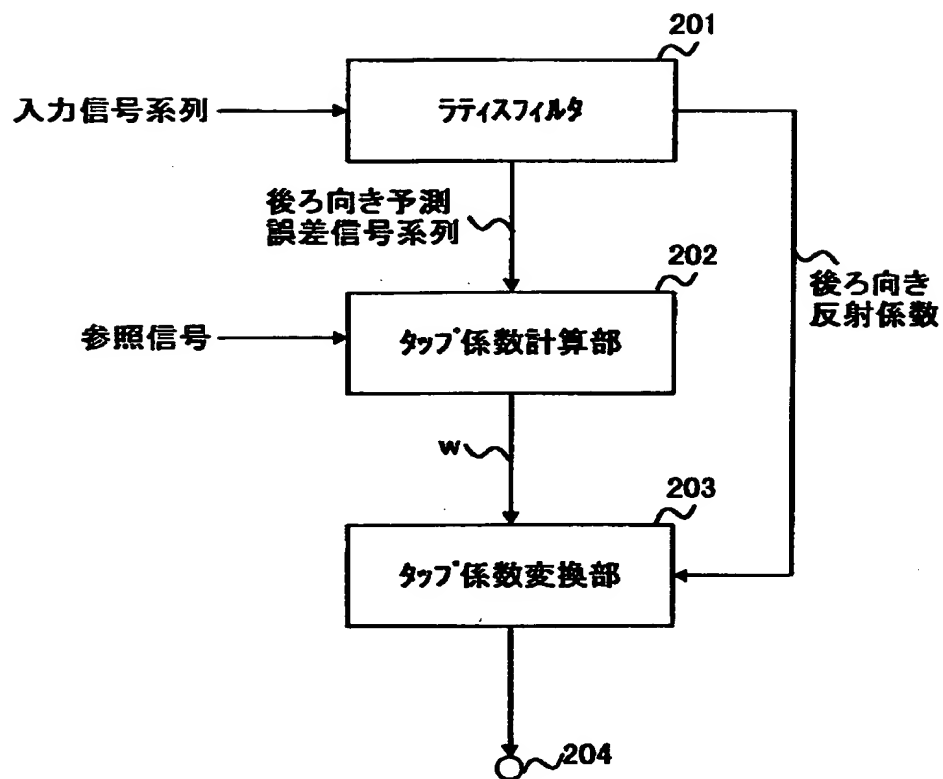
【書類名】

図面

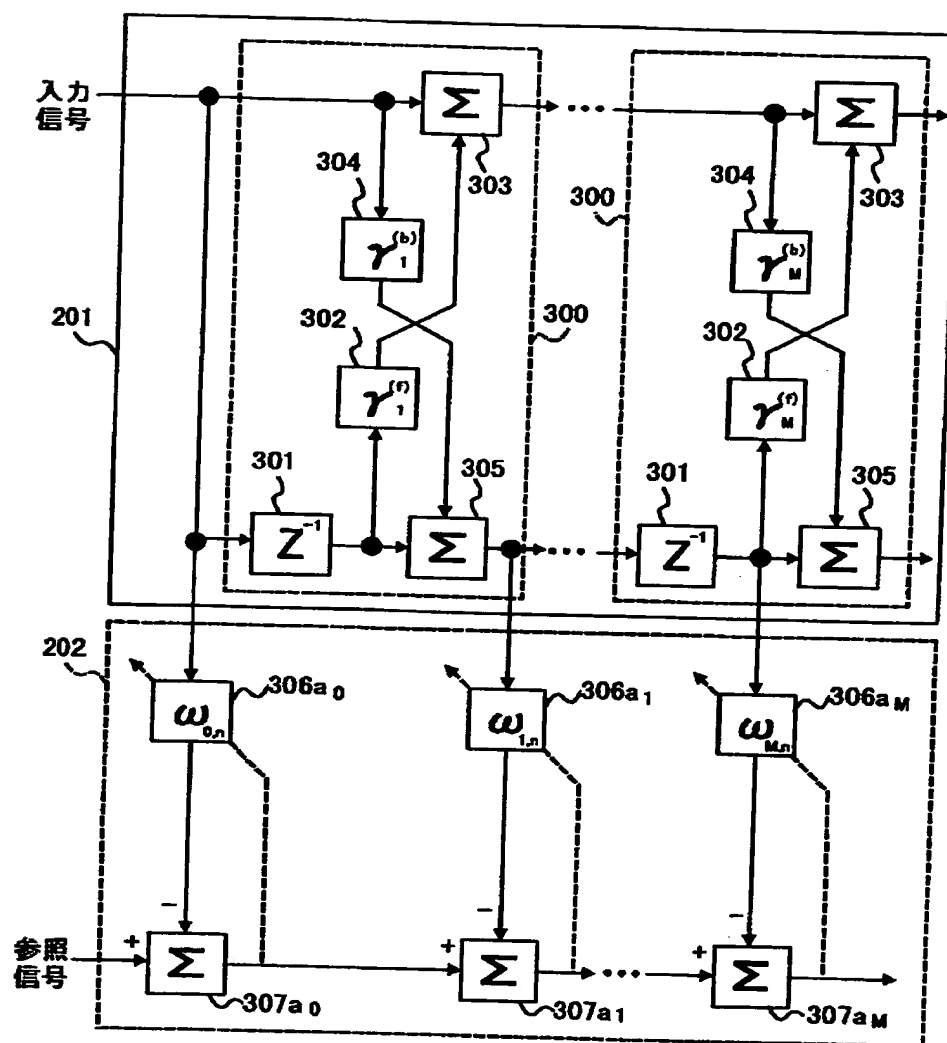
【図 1】



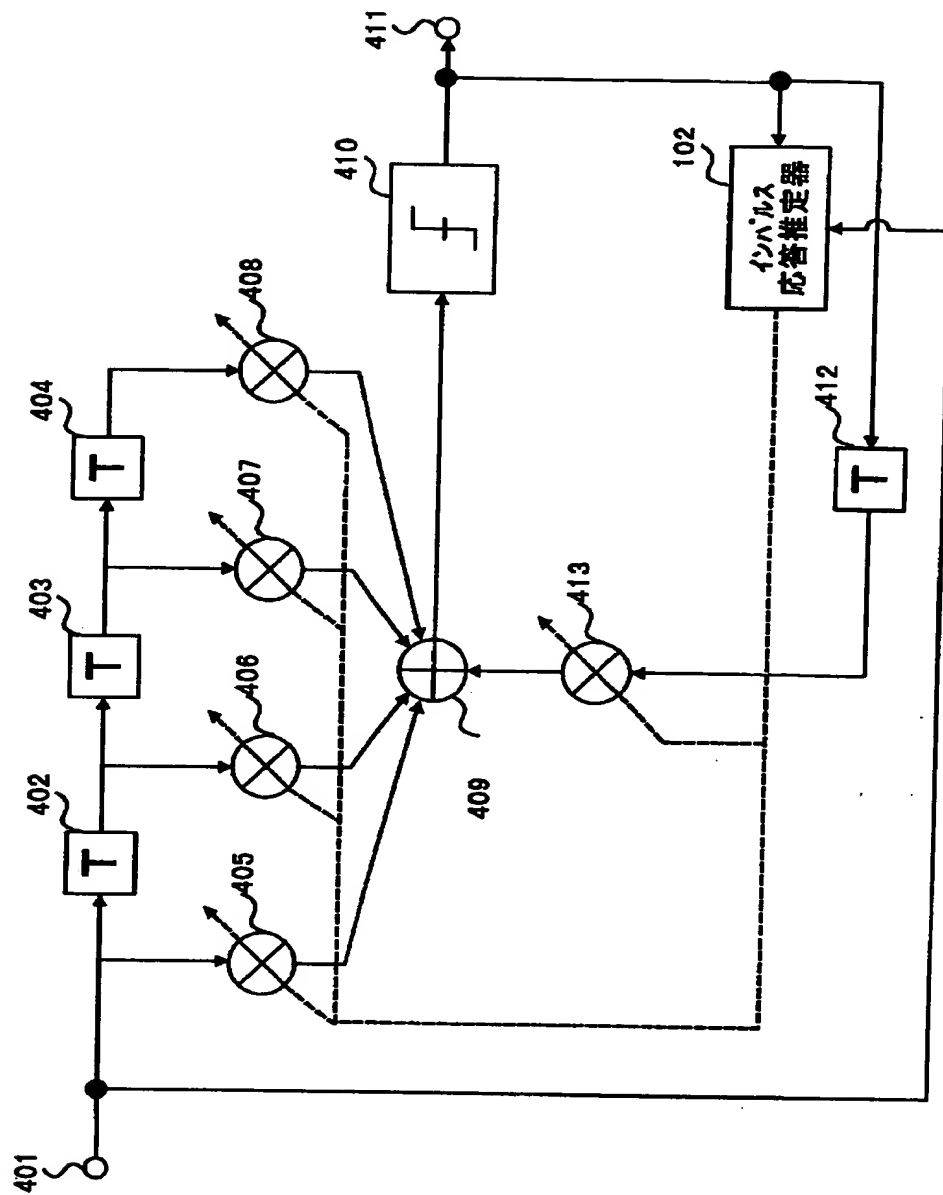
【図 2】



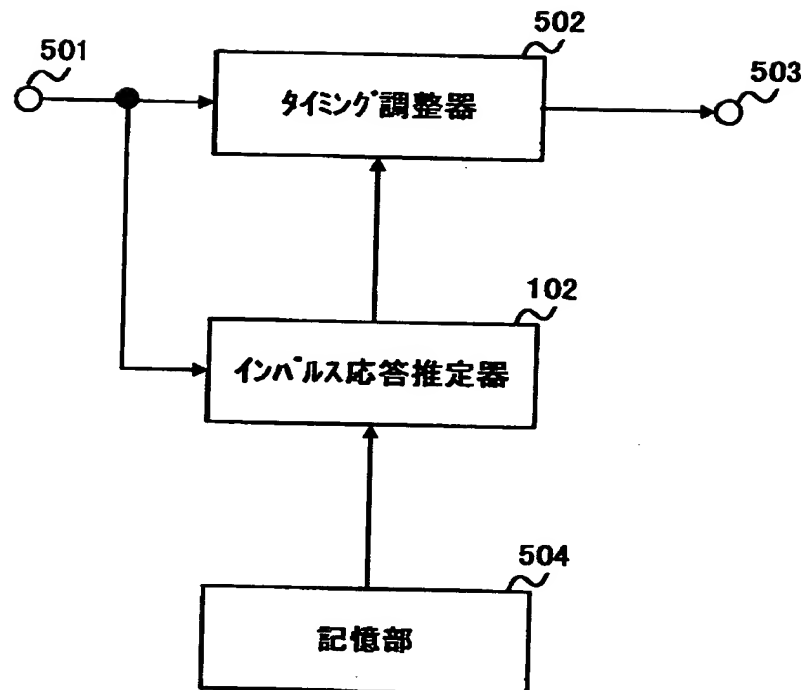
【図 3】



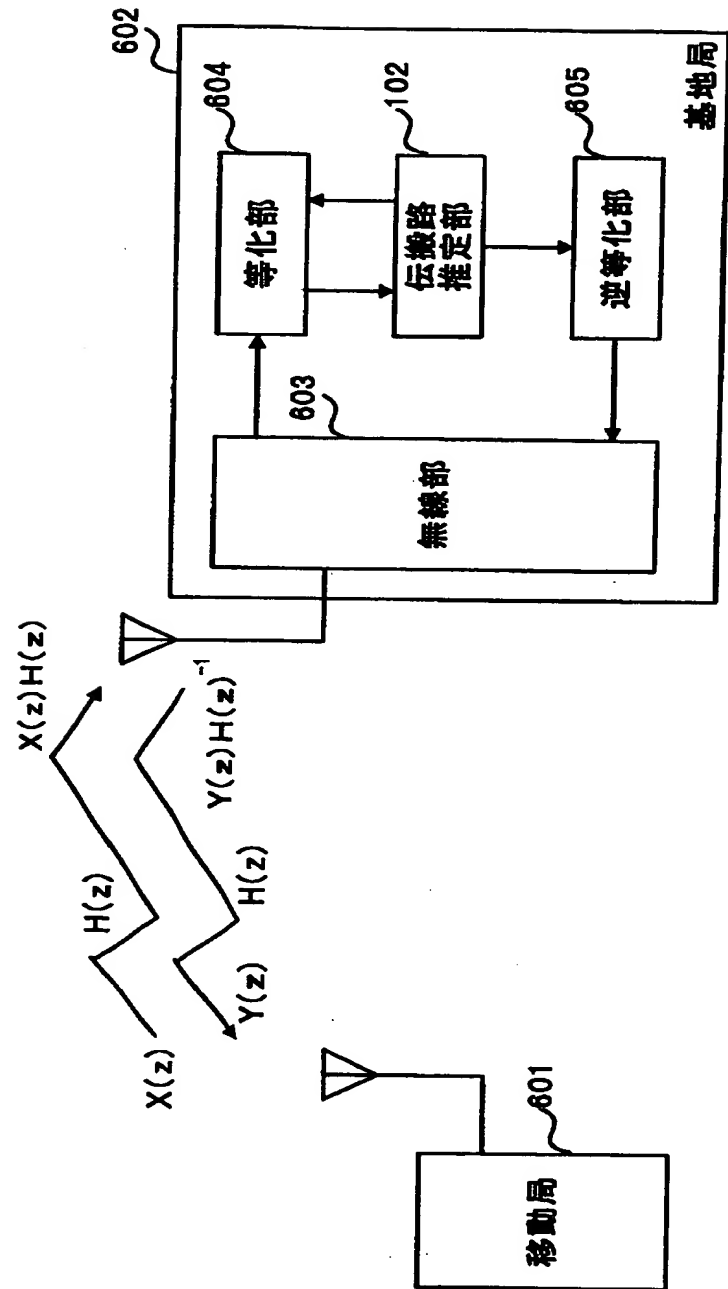
【図 4】



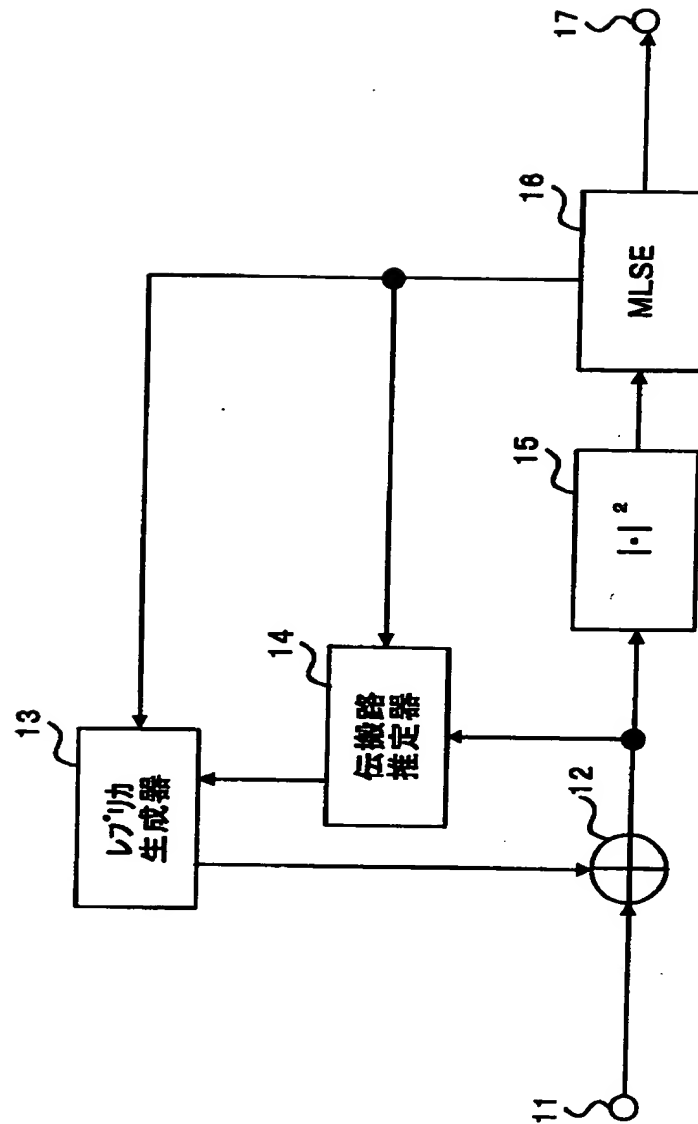
【図 5】



【図 6】



【図 7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 演算量を増大させることなく伝搬路のインパルス応答を求めること。

【解決手段】 ラティスフィルタ 201 は、入力信号系列を用いて後向き予測誤差および後向き反射係数を生成する。タップ係数計算部 202 は、参照信号およびラティスフィルタにより生成された後向き予測誤差信号系列を用いて、タップ係数を算出する。タップ係数変換部 203 は、ラティスフィルタ 201 により生成された後向き反射係数を用いて変換行列を作成し、タップ係数計算部 202 により算出されたタップ係数と上記変換行列とを用いた行列演算により、トランスバーサル形フィルタに適用可能なタップ係数を生成する。

【選択図】 図 2

特平 1 1 - 3 6 3 7 5 6

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 5 8 2 1]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 2 8 日
[変更理由]	新規登録
住 所	大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地
氏 名	松下電器産業株式会社